

日本特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

Jc813 U.S. Pro
09/690474
10/19/00


別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年10月19日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第296643号

出願人

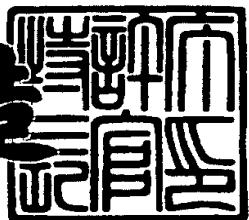
Applicant(s):

横浜ゴム株式会社

2000年 8月25日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3068808

【書類名】 特許願
【整理番号】 YG199046
【提出日】 平成11年10月19日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 A63B 69/36 541

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県平塚市追分2番1号

横浜ゴム株式会社

平塚製造所内

【氏名】 宮本 昌彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県平塚市追分2番1号

横浜ゴム株式会社

平塚製造所内

【氏名】 三枝 宏

【特許出願人】

【識別番号】 000006714

【氏名又は名称】 横浜ゴム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080159

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡辺 望穂

【電話番号】 3864-4498

【選任した代理人】

【識別番号】 100090217

【弁理士】

【氏名又は名称】 三和 晴子

【電話番号】 3864-4498

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006910

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710081

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スwing測定方法およびゴルフスwing解析方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

打撃用具を、この打撃用具の備えるグリップ部を握ってスwingする際のスwingの挙動を測定するスwing測定方法であって、

スwingの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を感知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の3次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する3次元磁気センサを前記用具のグリップ部に固定し、この用具を用いて前記磁場内でスwingし、

このスwing中のグリップ部の3次元位置座標またはグリップ部の向きのデータを前記3次元磁気センサから取得することを特徴とするスwing測定方法。

【請求項2】

前記打撃用具は、ゴルフクラブであって、
ゴルフクラブのスwing中のグリップ部の3次元位置座標およびグリップ部の向きのデータを取得する請求項1に記載のスwing測定方法。

【請求項3】

前記3次元磁気センサは、この磁気センサの中心位置周りに互いに直交する3軸方向で磁気を感知する磁気センサであり、前記3軸方向のうちの1つの方向をゴルフクラブのシャフトの軸方向に、他の2軸方向のうち1つの軸方向をゴルフクラブの打撃方向に向けてゴルフクラブのグリップ部に固定される請求項2に記載のスwing測定方法。

【請求項4】

前記3次元磁気センサは、グリップ部の端部に固定される請求項2または3に記載のスwing測定方法。

【請求項5】

ゴルフクラブによるスwingの挙動を解析するゴルフスwing解析方法であって、

ゴルフクラブのスwing中の前記グリップ部の3次元位置座標の時系列データとグリップ部の向きの時系列データとをデータ取得手段によって取得し、

グリップ部の前記3次元位置座標の時系列データより、少なくともスwingのトップの位置からインパクトの位置までのグリップ部の軌跡を平面で近似して前記グリップ部のスwing面を算出し、

さらにこのスwing面に投影される前記3次元位置座標の時系列データの軌跡を円形状で近似して前記グリップ部のスwing軌道円を算出し、

このスwing軌道円から、このスwing軌道円上のグリップ部の位置を示すアーム角と、スwing中の前記スwing面内でのゴルフクラブの向きを示す角度から前記アーム角を減算して得られるリスト角の時系列データ、あるいはゴルフクラブのシャフト軸回りの回転角の時系列データのうち少なくとも1つの回転角の時系列データとを取得することでグリップ部の挙動を解析することを特徴とするゴルフスwing解析方法。

【請求項6】

前記データ取得手段は、ゴルフクラブのスwingの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を感知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の3次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する3次元磁気センサをゴルフクラブのグリップ部に固定し、このゴルフクラブを前記磁場内でスwingし、

このスwing中のグリップ部の所定の基準位置に対する3次元位置座標の時系列データおよびグリップ部の所定の基準方向に対する向きの時系列データを取得する請求項5に記載のゴルフスwing解析方法。

【請求項7】

前記データ取得手段は、高速度カメラおよびCCDカメラおよびストロボ撮影用カメラのうちの少なくとも1つのカメラであり、このカメラによって得られた画像から画像計測を行うことにより、スwing中のグリップ部の3次元位置座

標の時系列データ、およびグリップ部の向きの時系列データとを取得する請求項5に記載のゴルフスwing解析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ゴルフクラブや野球のバット等のグリップ部を備える打撃用具、このクリップ部を握ってスwingする際のスwingの挙動を測定するスwing測定方法であって、スwingの挙動を打撃用具の撓みの影響を受けることなく直接かつ容易に測定することができるスwing測定方法、特にゴルファーのゴルフスwingの挙動をゴルフシャフトにより撓みの影響を受けることなく直接かつ容易に測定し、得られたスwing測定データから簡易かつ有効なモデルでゴルフスwingの挙動を解析することができるゴルフのスwing測定方法および解析方法の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、ボールの飛びの方向を正確にかつ飛距離を長くするために、種々のゴルフクラブが製造され、例えば、ゴルフクラブのシャフト長さやクラブ重量やシャフト硬さ等の静的な特性を考慮して製造されてきた。一方、ゴルフのスwingフォームは、打たれたボールの飛びの方向を正確にかつ飛距離を長くするための重要な要素であることが知られており、種々のゴルフクラブの中から自分のゴルフスwingに適したゴルフクラブを見出すことが従来よりゴルファーにとって重要な関心事であった。そのため、自分のゴルフスwingに適したゴルフクラブを見出すために、自分のゴルフスwingの特徴を直接かつ客観的に知り、それに応じて種々のゴルフクラブの中から選択することが望まれてきた。

【0003】

特開平10-244023号公報では、ゴルフクラブのシャフト上の打撃方向に面する位置とこの打撃方向に直角なアドレス方向に面する位置とに歪みゲージを取り付け、スwing中の歪みゲージの出力からスwing中のシャフトの変形状態を測定してゴルフスwingの特徴を類型化し、これに応じて種々のゴル

フクラブの中から自分のスイングに適したゴルフクラブを選択する方法およびそれに伴う装置等を提案している。

【0004】

一方、特開平6-210027号公報では、ビデオカメラでスイング中の肩、肘や手首等の位置や回転角のいずれか1つ以上のデータを得、これに基づいてゴルファーのモデルをはり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素で得、さらに設計対象の変更可能なゴルフクラブを有限要素法等による立体要素で得て、スイングによるシミュレーションを行い、ゴルフクラブの設計を可能とするゴルフクラブの設計方法を提案し、これを用いることで自分のスイングに適したゴルフクラブの選択も可能である。

さらに、実用新案登録第3050448号公報では、複数台のビデオカメラを用いてスイングフォームを3次元的に撮影し、スイングフォームの良否を判断可能とする装置を提案し、自分のゴルフスイングの特徴をある程度知ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、ゴルフクラブのシャフト上に歪みゲージを取り付け、スイング中のシャフトの変形状態を測定する方法は、実際のスイングを直接測定しておらず、シャフトの変形状態を知ることによって、従来より類型化されていたスイングフォームとシャフトの変形状態とを対応付けて、シャフトの変形状態からスイングフォームを推測しているに過ぎない。また、得られた時系列データもシャフトの歪みで表されているに過ぎないため、スイングしたゴルファーが視覚的に理解することはできない。

【0006】

また、複数台のビデオカメラを用いてスイングフォームを3次元的に撮影してスイングフォームの良否を判断する方法は、スイングフォームを視覚的に直接見ることができるので、スイングフォームの良否や特徴を容易に理解できるものの、スイング中死角が生じないように複数台のビデオカメラをセットするのは容易ではない。また、複数台のビデオカメラの同期を取る必要があるため

セッティングが容易ではなく、また、死角が生じないように適切にビデオカメラをセットしたとしても、スwing中のゴルフクラブのヘッド、グリップ部や肘や腕の動きを時系列的に取得したデータは、解像度が制約され解像度の精度が低い。特に、グリップ部の手首の返し等による回転角のデータはその測定が困難であり、その精度もさらに低くなるといった問題があった。また、複数台のビデオカメラを用いて画像を得るため、データ量が膨大になり、データ処理も煩雑化するといった問題があった。

また、ゴルフクラブの挙動を規定するために、ゴルファーを、はり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素のモデルで置き換えてシミュレーションを行う方法は、モデルの物性データや形状データ等を入力しなければならず、シミュレーションを行う前に煩雑な作業を必要とする。また、はり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素のモデルでは、スwingを特徴付けることは困難である。

【0007】

このようにスwingフォームを測定する際の上記問題点は、ゴルフクラブをスwingするゴルフスwingに限らず、野球のバットのスwing、テニスやバトミントンのラケットのスwing等、打撃用具を用いてスwingする種々の領域で共通する問題点でもある。

【0008】

そこで、本発明は、上記問題点を解決すべく、野球のバットやテニスやバトミントンのラケットのようにグリップ部を備える打撃用具を、このクリップ部を握ってスwingする際に、打撃用具の撓みの影響を受けることなくスwingの挙動を直接測定して時系列の測定データを容易に得るスwing測定法、特に、ゴルフシャフトにより撓みの影響を受けることなくゴルファーのゴルフスwingの挙動を直接測定して時系列の測定データを容易に得るスwing測定方法を提供し、さらにはり要素やトラス要素や有限要素法等による立体要素のモデルで置き換えることなく、ゴルフのスwingを規定するゴルフクラブのグリップ部の挙動を簡易かつ有効なモデルで得ることのできるゴルフスwing解析方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明第1の態様は、打撃用具を、この打撃用具の備えるグリップ部を握ってスwingする際のスwingの挙動を測定するスwing測定方法であって、

スwingの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を感知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の3次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する3次元磁気センサを前記用具のグリップ部に固定し、この用具を用いて前記磁場内でスwingし、

このスwing中のグリップ部の3次元位置座標またはグリップ部の向きのデータを前記3次元磁気センサから取得することを特徴とするスwing測定方法を提供するものである。

【0010】

特に、前記打撃用具は、ゴルフクラブであって、ゴルフクラブのスwing中のグリップ部の3次元位置座標およびグリップ部の向きのデータを取得するゴルフのスwing測定方法であるのが好ましい。

その際、前記3次元磁気センサは、この磁気センサの中心位置周りに互いに直交する3軸方向で磁気を感知する磁気センサであり、前記3軸方向のうちの1つの方向をゴルフクラブのシャフトの軸方向に、他の2軸方向のうち1つの軸方向をゴルフクラブの打撃方向に向けてゴルフクラブのグリップ部に固定されるのが好ましく、また、前記3次元磁気センサは、グリップ部の端部に固定されるのが好ましい。

【0011】

また、本発明の第2の態様は、ゴルフクラブによるスwingの挙動を解析するゴルフスwing解析方法であって、

ゴルフクラブのスwing中の前記グリップ部の3次元位置座標の時系列データとグリップ部の向きの時系列データとをデータ取得手段によって取得し、

グリップ部の前記3次元位置座標の時系列データより、少なくともスwingのトップの位置からインパクトの位置までのグリップ部の軌跡を平面で近似して前記グリップ部のスwing面を算出し、

さらにこのスwing面に投影される前記3次元位置座標の時系列データの軌跡を円形状で近似して前記グリップ部のスwing軌道円を算出し、

このスwing軌道円から、このスwing軌道円上のグリップ部の位置を示すアーム角と、スwing中の前記スwing面内でのゴルフクラブの向きを示す角度から前記アーム角を減算して得られるリスト角の時系列データ、あるいはゴルフクラブのシャフト軸回りの回転角の時系列データのうち少なくとも1つの回転角の時系列データとを取得することでグリップ部の挙動を解析することを特徴とするゴルフスwing解析方法を提供するものである。

【0012】

その際、前記データ取得手段は、ゴルフクラブのスwingの際のグリップ部の移動範囲内に、強さと方向に関する分布が既知の磁場を形成し、

磁場内の磁気を感知する磁気センサであって、所定の基準位置に対する測定点の3次元位置および所定の基準方向に対する前記測定点の向きに応じて信号を出力する3次元磁気センサをゴルフクラブのグリップ部に固定し、このゴルフクラブを前記磁場内でスwingし、

このスwing中のグリップ部の所定の基準位置に対する3次元位置座標の時系列データおよびグリップ部の所定の基準方向に対する向きの時系列データを取得するのが好ましい。

また、前記データ取得手段は、高速度カメラおよびCCDカメラおよびストロボ撮影用カメラのうちの少なくとも1つのカメラであり、このカメラによって得られた画像から画像計測を行うことにより、スwing中のグリップ部の3次元位置座標の時系列データ、およびグリップ部の向きの時系列データとを取得するのが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のスwing測定方法およびゴルフスwing解析方法について

、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

本発明のスwing測定方法は、野球のバットのスwing、テニスやバトミントンのラケットのスwing等のように打撃用具を用いてスwingする際のスwingの挙動を測定する場合に適用されるものであるが、以下の説明では、ゴルフクラブをスwingする場合を一例に挙げて説明する。

【0014】

図1は、本発明のスwing測定方法をゴルフスwingに適用した一例を示す概略説明図である。図1に示す例は、3次元位置方向計測システム（以下、計測システムという）10を用いてゴルフスwing中のグリップ部の挙動の時系列データを取得する方法であり、ゴルフクラブ12のシャフト13の端に位置するグリップ部14の端部に以下で述べる計測システム10の磁気センサであるレシーバ16を取り付ける。

計測システム10は、ゴルフスwingする人の背後に配置固定したトランスマッタ18から3種類の所定の磁場を次々に発生させ、一方、移動および回転するグリップ部14に固定したレシーバ16が、トランスマッタ18によって作られる3種類の磁場内の位置および向きに対応して磁気を感知して合計9つの出力電圧を出し、この出力電圧からコントローラ・データ処理部20で、データ処理してレシーバ14の位置と向きのデータを得ることができるシステムである。

【0015】

このような計測システム10は、図2に示されるように、所定の磁場を形成するトランスマッタ18と、この磁場の強さや方向に応じて3軸方向の出力電圧を発生するレシーバ16と、トランスマッタ18に所定の3種類の磁場を順次発生する駆動信号を生成する駆動回路20a、レシーバ16からの出力信号を検出する検出回路20bおよび駆動回路20aを制御し、得られた出力電圧よりデータ処理を行って、所定の位置、例えばトランスマッタ18の位置を基準位置とし、お互いに直交する3軸X、Y、Zを基準とする3次元位置座標（x、y、z）と所定の基準方向、例えばトランスマッタ18を中心とするY軸方向に対するレシーバ16の向きを表す姿勢角度、すなわちヨー角、ピッチ角およびロール角（以降では、 $(\theta_y, \theta_p, \theta_r)$ と表す）の時系列データを演算して出力するコン

ピュータ20cとを備えるコントローラ・データ処理装置20とを有して構成される。

【0016】

トランスマッタ18およびレシーバ16は、図2に示されるように、お互いに直交する3軸方向に各々ループ状に巻かれた3つのコイルによって構成され、トランスマッタ18は、ゴルフスwingする人の後方に固定配置され、レシーバ16は、ゴルフクラブ12のグリップ部14の端部に固定される。

コントローラ・データ処理装置20は、駆動回路20aと検出回路20bと駆動回路20aおよび検出回路20bの制御を行い、検出回路20bから送られる出力電圧Vよりレシーバ16の3次元位置と向きを求めるデータ処理用ソフトウェアを備えたコンピュータ20cによって構成される。

トランスマッタ18は、コントローラ・データ処理装置20内の駆動回路20aに、レシーバ16は、コントローラ・データ処理装置20内の検出回路20bに各々接続される。

【0017】

計測システム10は、以上のように構成される。なお、グリップ部16に固定したレシーバ16の基準位置に対する3次元位置座標(x, y, z)と基準方向に対する姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)の時系列データは以下のようにして得られる。

図2に示すように、駆動回路20aは、コンピュータ20cの指令信号にしたがって、周波数と位相が常時一定の同一信号を出し、トランスマッタ18の3軸方向に巻かれた3つのループ状コイルを順次励磁する。各ループ状コイルは、励磁のたびに各々異なる磁場を発生し、それに基づいてレシーバ16の3軸方向に巻かれた3つのループ状コイルに各々独立な出力電圧Vを発生させる。この出力電圧Vは、トランスマッタ18の3つのループ状コイルによって励磁される3つの磁場に応じて、レシーバ16の3つのループ状コイルに発生する3つの出力電圧Vが得られるため、合計9個(3×3個)の出力電圧Vが得られる。

【0018】

一方、磁場を形成させるトランスマッタ18が所定の位置に固定設置されてい

るので、発生する磁場の強さと方向に関する分布はトランスマッタ18の設置された基準位置および、基準方向に対して既知となり、この形成された磁場によって生じる9つの出力電圧Vを用いることによって、上記基準位置に対するレシーバ16の3次元位置座標(x, y, z)と上記基準方向に対する姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)の6つの未知数を求めることができる。

コントローラ・データ処理装置20のコンピュータ20cにおいて、検出回路20bから送られてきた9つの出力電圧Vを用いて、3次元位置座標(x, y, z)と姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)のデータを演算して求める。

【0019】

計測システム10で得られた3次元位置座標(x, y, z)と姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)は、パーソナルコンピュータ22に取り込まれ、AD変換され、グリップ部14のスwing中の挙動の時系列データを得ることができる。

【0020】

なお、本実施例では、レシーバ16は、図2に示されるように、お互いに直交する3軸方向に向いてコイルがループ状に巻かれているので、この3軸方向の向きの一つをシャフト13の軸方向に合わせ、さらに、残りの2軸方向のうちの1つをゴルフクラブの打撃方向に合わせるように、レシーバ16の方向を定めてゴルフクラブ12のグリップ部14の端部に固定している。これにより、後述するように、ゴルフクラブのシャフト軸回りの回転角の時系列データ、および後述するリスト角、すなわち、スwing中のグリップ部14のスwing面内のゴルフクラブ12の向きを示す角度から前記アーム角を減算して得られる角度の時系列データを容易に得ることができる。本発明のゴルフスwing測定方法では、レシーバ16を固定する際の向きについて特に制限されず、どのような向きにレシーバ16を固定してもよいが、上記方法でレシーバ16の向きを合わせて固定することが好ましい。

【0021】

このような計測システム10として、例えば、FasttrakII(Polhemus 社製)を挙げることができる。従来、CCDビデオカメラで撮影し画像解析から計測を行う場合、撮影画像のサンプリング周期は1/60秒であり、解像度は位置座標

に関して1~2mmであるが、このFasttrakIIの時系列データは、例えば1/120秒のサンプリング周期であり、位置座標は0.8mmの解像度で、回転角は0.15度の解像度である。そのため、サンプリング周期が従来の方法に比べて短く、また解像度も高いことから、スwing中のグリップ部14の挙動についてより細かな情報を得ることができる。

また、CCDビデオカメラでは、撮影された画像の画像計測によってゴルフクラブのシャフト軸周りの回転角やリスト角を計測することはもともと困難であり、たとえ、ゴルフクラブに特別の治具を設けて計測することができたとしても、本発明の磁場による測定方法と同程度、例えば、FasttrakIIのような0.15度の解像度でシャフト軸周りの回転角やリスト角のデータを得ることはできない。

【0022】

さらに、FasttrakIIでは、せいぜい2秒程度のスwingのデータを、例えば1/120秒のサンプリング周期で3次元位置座標(x, y, z)と姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)の合計6データを得るだけであり、CCDビデオカメラで撮影し画像解析により計測を行う場合に比べて、取り扱うデータ量が極端に少なく、処理時間も圧倒的に速い。

また、従来のように、シャフト13に歪みゲージ等を貼り付けてシャフト13の歪みを測定する方法では、シャフト13の歪みを計測することから、シャフト13による撓みの影響を受けることなくゴルファーのゴルフスwingの挙動を直接測定することはできないが、本発明のスwing測定方法では、シャフト13による撓みの影響を受けることなくゴルファーのゴルフスwingの挙動を容易かつ迅速に、測定することができる。

【0023】

本実施例において、レシーバ16は、グリップ部14のシャフト13の端部に設けられるが、これに限定される訳でなく、シャフト13の撓みの少ない範囲であれば、グリップ部のどの範囲に設けてもよい。

また、上述したように、本発明はゴルフスwingに限られず、打撃用具を用いてスwingする種々の領域において、打撃用具の撓みの影響を受けることなく、スwingフォーム自体を直接測定することができる。

【0024】

このようにしてスwing中のグリップ部14の3次元位置座標(x, y, z)と姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)の時系列データを得、これを用いて、以降で説明するゴルフスwingの解析を行う。

【0025】

図3は、本発明のゴルフスwingの解析方法の一例を示すフローチャートである。グリップ部14の3次元位置座標(x, y, z)と姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)の時系列データを得る工程(ステップ100)から、これを用いて最終的にゴルフスwingのフォームの特徴を抽出する工程(ステップ110)までの一連の工程は、図1に示されるパーソナルコンピュータ22内においてソフトウェアによって処理される。

【0026】

まず、上述した本発明のゴルフスwing測定方法によって3次元位置座標(x, y, z)と姿勢角度(θ_y , θ_p , θ_r)の時系列データを得(ステップ100)、3次元位置座標(x, y, z)から、少なくともスwing中のトップの位置からボールのインパクトの位置までの挙動を含むグリップ部14の挙動を一平面に近似し、スwing面Aを算出する(ステップ102)。スwing面Aは、図4に示すように、ゴルファーを後方から打撃方向に向かってみた場合、左方向に斜上する平面によって近似される。このような近似は、グリップ部14のトップの位置からインパクトの位置までの3次元位置座標(x, y, z)の時系列データを平面の式 $Ax + By + Cz = D$ (A 、 B 、 C および D は定数)に最小2乗法によって回帰させることによって行われる。一般的に、上達したゴルファー程、スwingの際のトップの位置からインパクトの位置までのグリップ部14の軌跡は、一定の平面上、すなわちスwing面Aを形成するが、初級者や中級者の場合でも、ほぼ一定の平面、すなわちほぼ一定のスwing面Aで近似できる。勿論、このスwing面Aは、ゴルファーによって異なるものである。

この方法で30人のゴルファーのスwing面Aを求めると、平均でスwing面Aへの回帰の相関係数は0.97であり、最も低い場合でも0.94の相関係数を示し、十分にスwing面Aに近似できることがわかる。

【0027】

図5には、このようにして算出されたスwing面A上に、3次元位置座標(x, y, z)を投影し、さらに、姿勢角度($\theta_y, \theta_p, \theta_r$)の時系列データから算出されるゴルフクラブのシャフト13の向きの情報を加えて、トップの位置Tからインパクトの位置Pまでのグリップ部14の挙動が図示されている。

図示されるように、グリップ部14の挙動は、半径 R_c の一定の円B上に回帰することがわかる。それとともに、ゴルフクラブのシャフト13の向きもグリップ部14の移動と共に変化することがわかる。

【0028】

そこで、このグリップ部14の移動を円で近似して、スwing軌道円Bを算出する(ステップ104)。スwing軌道円Bの算出は、ステップ100で得られたトップの位置Tからインパクトの位置Pまでの3次元位置座標(x, y, z)のスwing面A上に投影した2次元座標(x_n, y_n)($n = 1 \sim N$ 、ただしNは、トップの位置Tからインパクトの位置Pまでの時系列データ数)とし、近似する円の直径を R_c および近似する円の中心位置を x_c および y_c とすると、適宜 R_c, x_c および y_c を入力して、下記式(1)のばらつき度合いSの値が30mm以下となる R_c, x_c および y_c を求める。

【数1】

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\sqrt{(x_n - x_c)^2 + (y_n - y_c)^2} - R_c)^2}{N-1}} \quad (1)$$

【0029】

つまり、近似する円の中心位置から2次元座標(x_n, y_n)で定まる位置までの距離と近似する円の半径 R との差のばらつき度合いS(標準偏差)を判断基準とし、このばらつき度合いSの値が30mm以内の場合、グリップ部14のスwing軌道円Bが算出されたと判断する。

また、このスwing軌道円Bの半径 R_c と中心位置 x_c および y_c の算出は、逐次近似法、例えばニュートン法等の公知の方法によって、逐次、式(1)の

値を求めながら、最適な R_c 、 x_c および y_c を見出してもよい。

なお、上記方法で30人のゴルファーのスwing轨道円Bを求めるとき、 R_c は平均で約45cm、ばらつき度合いSの平均は約2cmであり、また相関係数は平均で0.92であり、グリップ部14の挙動をスwing轨道円Bで近似可能であることがわかる。

【0030】

このようにして求められたスwing轨道円Bにおいて、リスト角の抽出（ステップ106）やシャフト13の回転角の抽出（ステップ108）を行う。

図6(a)は、スwing轨道円Bからリスト角 θ_2 を定める方法を示している。なお、D方向は打撃方向であり、点 P_1 は、ボールに打撃を与えるインパクトの位置であり、それゆえ、図中では、ゴルフクラブ12がトップ位置から振り下ろされているある時間での挙動を示している。図6(a)に示されるように、リスト角は、スwing轨道円Bの中心位置からグリップ部14の位置に直線を引いた方向をそのグリップ部14の位置でのリスト角を0と定め、この方向を基準として、打撃方向にゴルフクラブ12が進む方向を正とし、遅れる方向を負とする。すなわち、リスト角 θ_2 は、ゴルフクラブ12の向き、すなわち、図中に示されるD方向に対する角度 θ_4 からアーム角 θ_1 を差し引いた角度で定義され、これにしたがって抽出される。図中では、ゴルフクラブ12は、負のリスト角を示している。このように、リスト角 θ_2 をスwing轨道円Bから抽出する（ステップ106）。

【0031】

一方、シャフト13の回転角は、図6(b)で示すように、グリップ部14の端部から見て時計回りを正方向とする。このようなシャフト13の軸回りの回転角（以降、シャフト回転角という） θ_3 は、傾斜するスwing面A上に位置するシャフト13回りの角度であるので、シャフト回転角 θ_3 の値は、姿勢角度（ θ_y 、 θ_p 、 θ_r ）の時系列データから、スwing面Aの傾斜に応じて計算され抽出される（ステップ108）。レシーバ16の3軸のうち1軸をシャフト13の軸方向に合わせる場合、姿勢角度（ θ_y 、 θ_p 、 θ_r ）の1つ、例えば θ_r がシャフト回転角 θ_3 となり、計算の必要がなくなる。

なお、図6(a)で示されるように、打撃方向Dを角度0として、図中反時計回りを正側としてその角度をアーム角 θ_1 として定めている。それゆえ、トップの位置はアーム角 θ_1 は90~135度付近となり、そこから振り下ろして、アーム角 θ_1 が270度を僅かに超えた付近でインパクトの位置(点P₁の位置)を迎える。

【0032】

なお、上記実施例は、アーム角 θ_1 とリスト角 θ_2 とシャフト回転角 θ_3 を、磁場を利用した計測システム10で得られた3次元位置座標および互いに直交する3軸回りの回転角の時系列データに基づいて求めるものであるが、本発明のゴルフスwingの解析方法では、計測システム10を用いて求められるものに限らず、高速度カメラやCCDカメラやストロボ撮影用カメラ等で撮影された画像から画像計測を行うことにより、3次元位置座標および互いに直交する3軸回りの回転角のデータから、アーム角 θ_1 とリスト角 θ_2 とシャフト回転角 θ_3 を求めてよい。

【0033】

このようにして求められたアーム角 θ_1 とリスト角 θ_2 の関係、またはアーム角 θ_1 とシャフト回転角角 θ_3 の関係をまとめ、スwingフォームの特徴を抽出する(ステップ110)。

例えば、図7(a)は、アーム角 θ_1 に対するリスト角 θ_2 の関係を示す。図中において、2人のゴルファーG₁およびG₂のトップの位置Tからゴルフクラブ12を振り下ろしてインパクトの位置Pまでのリスト角 θ_2 の変化を示している。

ゴルファーG₁は、トップの位置Tからアーム角 θ_1 が240度の位置までリスト角 θ_2 は約-110度であり、そこからインパクトの位置Pに到るまでの狭い範囲でリスト角 θ_2 を急激に変化させていることがわかる。ゴルファーG₁は、ゴルファーG₂に比べ、いわゆるコックの強いスwingをする特徴を持っていることがわかる。

【0034】

また、他の例として、図7(b)は、アーム角 θ_1 に対するシャフト回転角 θ

θ_3 の関係を示し、2人のゴルファー G_3 および G_4 がトップの位置 T からゴルフクラブ 12 を振り下ろした際のインパクトの位置 P までのシャフト回転角 θ_3 の変化を示している。

ゴルファー G_4 は、トップの位置からアーム角 θ_1 が 270 度の位置までシャフト回転角 θ_3 が約 60 度と一定であり、そこからインパクトの位置 P に到るまでの狭い範囲でシャフト回転角 θ_3 を急激に変化させている。ゴルファー G_4 は、ゴルファー G_3 に比べ、いわゆるロールの弱いスwingをする特徴を持っていることがわかる。

【0035】

このように、スwing面 A 上の半径 R_c のスwing軌道円 B におけるアーム角 θ_1 、リスト角 θ_2 およびシャフト回転角 θ_3 をパラメータとする単純な 2 次元 3 軸モデルを用いてゴルファーのスwingの特徴を簡易かつ明確に分類分けすることができる。

以上説明した、本発明のスwingの測定方法およびゴルフスwing解析方法は、計測システム 10 およびパーソナルコンピュータ 22 のソフトウェア処理によって迅速かつ容易に行えるので、ゴルファーがスwingの特徴を知りそれに応じて自分のスwingの特徴に応じたゴルフクラブを選択することができる。

たとえば、コックの強いスwingをするゴルファーは、シャフトの曲げ剛性が高いゴルフクラブを選択し、また、ロールの強いゴルファーは、シャフトのねじり剛性が高いゴルフクラブを選択することができる。

また、得られたスwing軌道円 B の半径 R_c 、アーム角 θ_1 、リスト角 θ_2 およびシャフト回転角 θ_3 を、自動的にゴルフスwingをしてゴルフクラブでボールを擊つ試打用ロボットの入力信号として与えることで、また、有限要素法等によりモデル化したゴルフクラブのモデルの入力データとして、上記スwing軌道円 B の半径 R_c 、アーム角 θ_1 、リスト角 θ_2 およびシャフト回転角 θ_3 等を用いて、効果的にゴルフスwingの特徴に応じたゴルフクラブの開発、たとえばシャフトの剛性分布やゴルフクラブのヘッドの質量等のゴルフクラブの静的な特性や物性、また、シャフト形状の設計を行うことができる。

【0036】

以上、本発明のスwing測定方法およびゴルフスwing解析方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのはもちろんである。

【0037】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明のスwing測定方法によれば、強度や方向の分布が既知の磁場内で、この磁場に感知する磁気センサを用いて打撃用具の撓みの影響を受けることのないグリップ部の挙動を測定することにより、特に、ゴルフシャフト等により撓みの影響を受けないゴルフスwingの挙動の時系列データを簡易かつ容易に得ることができる。

また、本発明のゴルフスwing解析方法によれば、スwing中のグリップ部の挙動を平面であるスwing面内に近似し、さらにグリップ部のスwingの軌跡を円で近似することで、ゴルフスwingを規定するゴルフクラブのグリップ部の挙動を簡易かつ有効なモデルで得、すなわち、一定の円周上を動くグリップ部のアーム角、リスト角やシャフトの回転角を定めることができ、スwingの特徴を容易にかつ明確に抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスwingの測定方法をゴルフスwingに適用した一例を示す概略説明図である。

【図2】 本発明のスwingの測定方法に用いられる計測システムの一例を示す説明図である。

【図3】 本発明のゴルフスwingの解析方法の流れの一例を示すフローチャートである。

【図4】 本発明のゴルフスwingの解析方法において用いられるスwing面を説明する説明図である。

【図5】 本発明のゴルフスwingの解析方法において用いられるスwing軌道円を説明する説明図である。

【図6】 (a) は、本発明のゴルフスwingの解析方法において用いられ

るアーム角およびリスト角を説明する説明図であり、(b)は、本発明のゴルフスティングの解析方法において用いられるシャフトの回転角を説明する説明図である。

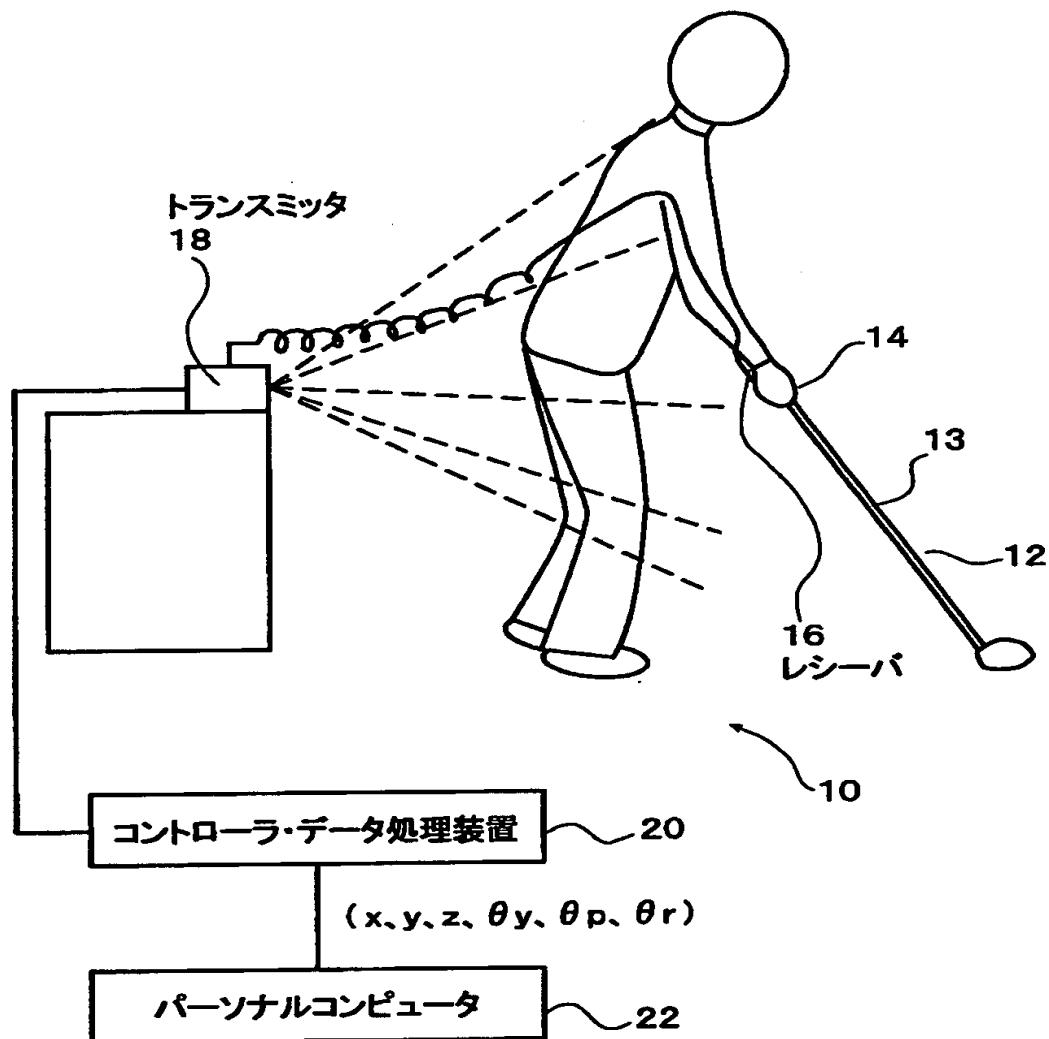
【図7】 (a) および (b) は、本発明のゴルフスティングの解析方法によって抽出されたスティングフォームの特徴の一例について説明する説明図である。

【符号の説明】

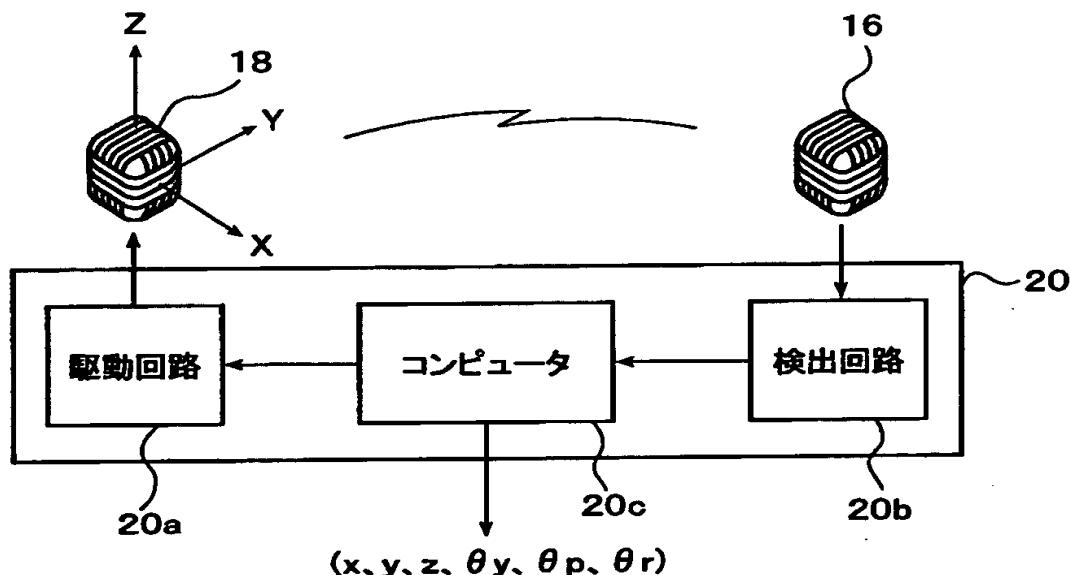
- 10 計測システム
- 12 ゴルフクラブ
- 13 シャフト
- 14 グリップ部
- 16 レシーバ
- 18 トランスマッタ
- 20 コントローラ・データ処理装置
- 22 パーソナルコンピュータ

【書類名】 図面

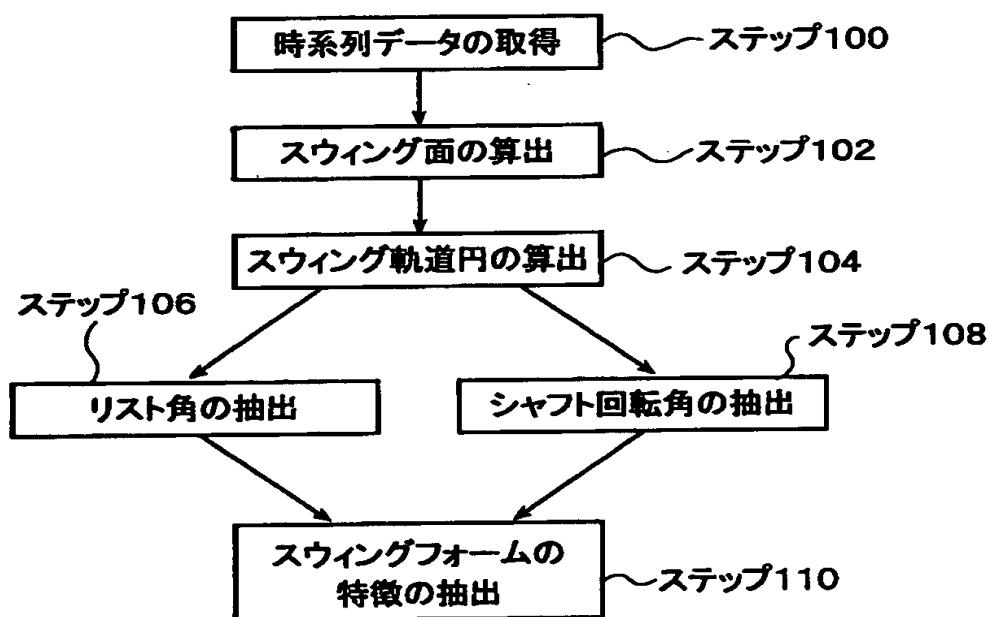
【図1】



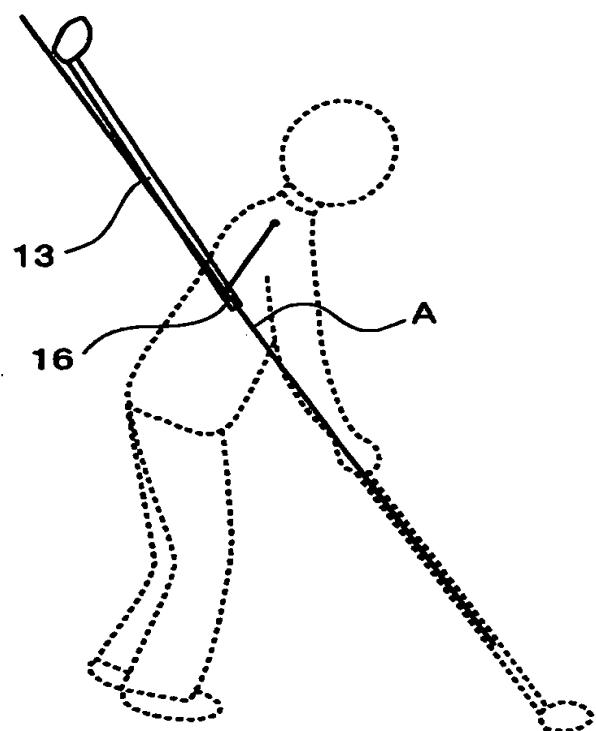
【図2】



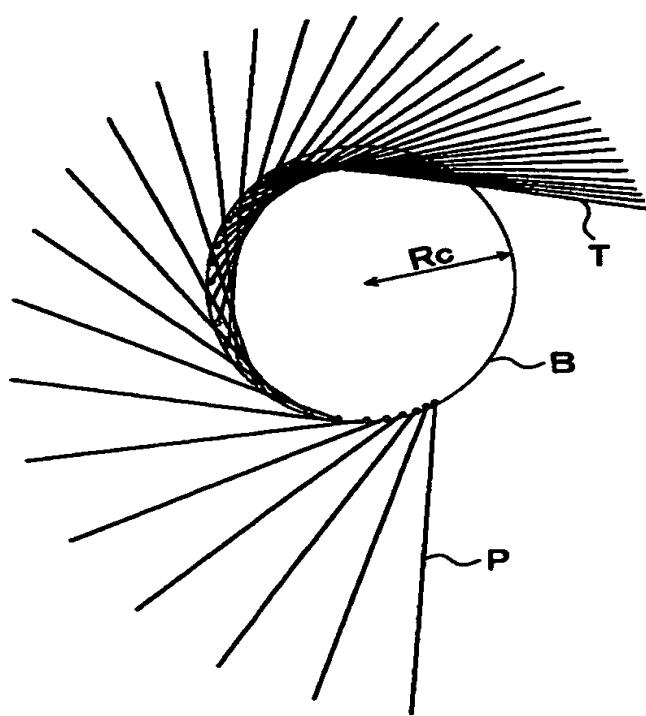
【図3】



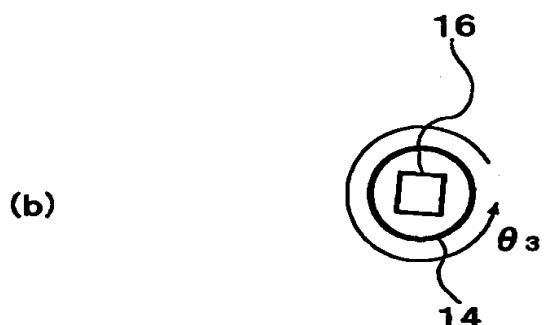
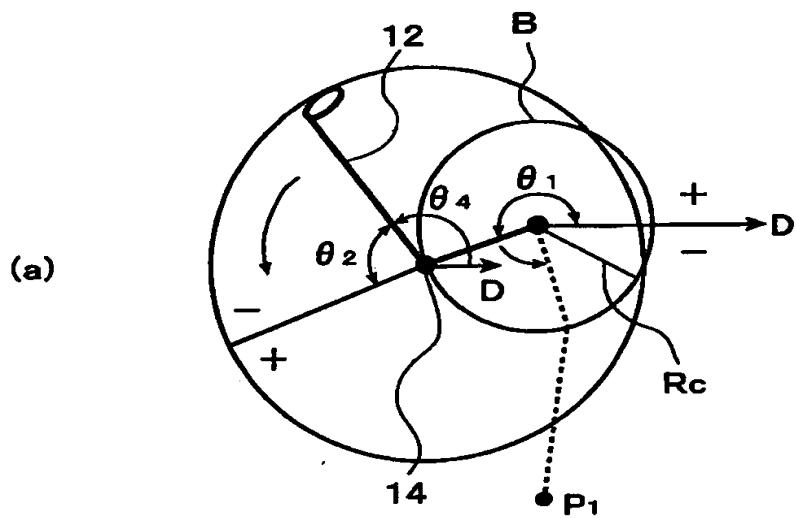
【図4】



【図5】

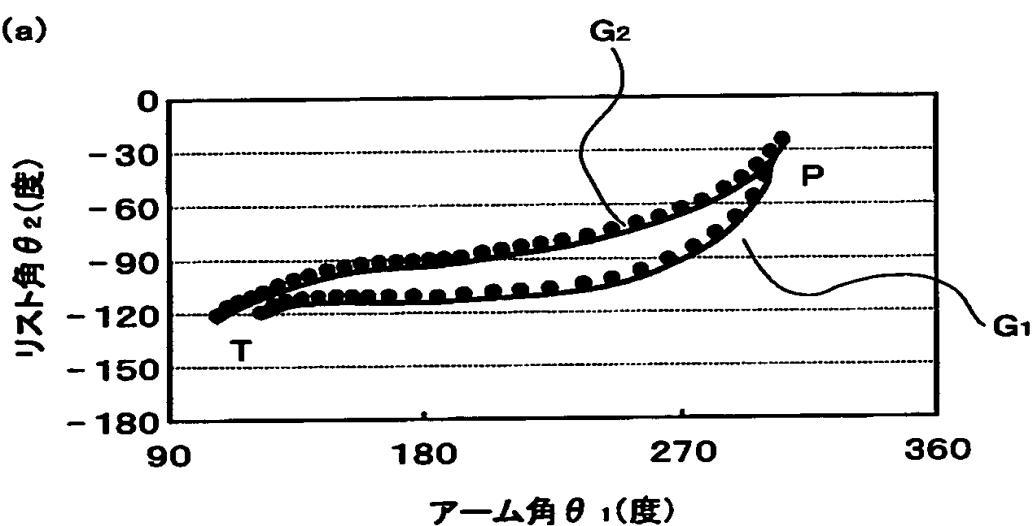


【図6】

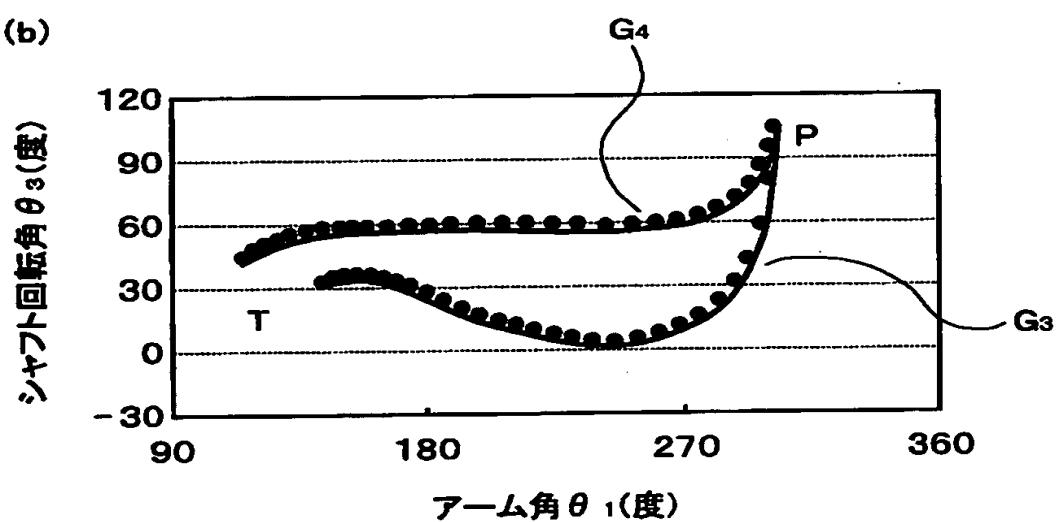


【図7】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ゴルフクラブや野球のバット等の打撃用具の撓みの影響を受けることなくスwingの挙動を直接測定するスwing測定方法、およびゴルフスwing中のグリップ部の挙動を簡易かつ有効なモデルで得ることのできるゴルフスwing解析方法の提供を課題とする。

【解決手段】 強さと方向に関する分布が既知の磁場内で、測定位置と測定位置の向きが計測可能な3次元磁気センサをグリップ部に固定して、スwingの挙動を直接測定するとともに、この測定方法を用いてゴルフクラブでのスwing中のグリップ部の3次元位置座標および向きを得、グリップ部の軌道をスwing面内の円で近似し、これよりスwing中のアーム角、リスト角およびシャフト回転角を求めて、スwingの挙動を解析することにより前記課題を解決する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006714]

1. 変更年月日 1990年 8月 7日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区新橋5丁目36番11号

氏 名 横浜ゴム株式会社